



(19) RU<sup>(11)</sup> 2 205 478<sup>(13)</sup> C2  
(51) МПК<sup>7</sup> H 01 Q 5/01

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2001115443/09, 08.06.2001

(24) Дата начала действия патента: 08.06.2001

(46) Дата публикации: 27.05.2003

(56) Ссылки: GB 2317994 A, 04.08.1998. US 4970524 A, 13.11.1990. EP 0492022 B1, 07.01.1992. RU 2036540 C1, 27.05.1995.

(98) Адрес для переписки:  
140180, Московская обл., г. Жуковский, ул.  
Гагарина, 3, ООО НПФ "Аэрофар"

(71) Заявитель:  
ООО НПФ "Аэрофар"

(72) Изобретатель: Мосейчук Г.Ф.,  
Ломовская Т.А., Алексеев О.С., Синани А.И.

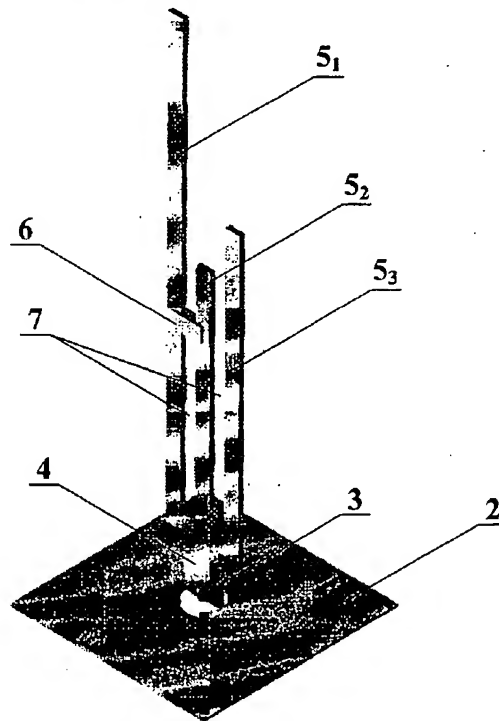
(73) Патентообладатель:  
Общество с ограниченной ответственностью  
НПФ "Аэрофар"

### (54) СВЕРХШИРОКОПОЛОСНАЯ ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩАЯ АНТЕННА

(57)

Изобретение относится к антенной технике и может быть использовано в радиолокации, связи и других антенных системах, размещенных на летательном аппарате (ЛА). Технический результат заключается в создании широкополосной антенны, обладающей расширенной до трех октав полосой пропускания и уменьшенными габаритами, а также формирующей при вертикальной поляризации изотропную диаграмму направленности в азимутальной плоскости и воронкообразную - в угломерной плоскости. Сущность изобретения заключается в том, что сверхширокополосная приемопередающая антенна содержит три излучателя электромагнитной энергии, причем излучатели антенны выполнены в виде несимметричных вибраторов одинакового сечения с электрическими длинами  $3\lambda_n/4$ ,  $3\lambda_v/4$ ,  $3\lambda_{cp}/4$  соответственно, где  $\lambda_n$ ,  $\lambda_v$ ,  $\lambda_{cp}$  - длина волны низкой, высокой и средней частот излучения, причем самый длинный и самый короткий вибраторы соединены между собой короткозамыкателем, а расстояние от устройства согласования до короткозамыкателя определяет ширину полосы согласования антенны. Межосевые расстояния между вибратором с электрической длиной  $3\lambda_v/4$  и вибраторами с электрическими длинами  $3\lambda_n/4$ ,  $3\lambda_{cp}/4$  выбираются равным периметру сечения одного вибратора, а периметр сечения короткозамыкателя также равен периметру сечения вибратора. Три вибратора могут располагаться по прямой линии таким образом, что центральный имеет электрическую длину  $3\lambda_n/4$ , а боковые -

соответственно электрические длины  $3\lambda_n/4$  и  $3\lambda_{cp}/4$ . Кроме того, три вибратора могут располагаться в углах равнобедренного треугольника, угол при вершине которого больше или равен  $\pi/3$ , причем вибратор с электрической длиной  $3\lambda_v/4$  расположен в вершине равнобедренного треугольника, а излучатели с электрической длиной  $3\lambda_n/4$ ,  $3\lambda_{cp}/4$  расположены в углах при основании. 6 з.п. ф-лы, 6 ил.



Фиг.1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 205 478** <sup>(13)</sup> **C2**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **H 01 Q 5/01**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001115443/09 , 08.06.2001  
 (24) Effective date for property rights: 08.06.2001  
 (46) Date of publication: 27.05.2003  
 (98) Mail address:  
 140180, Moskovskaja obl., g.Zhukovskij, ul.  
 Gagarina, 3, OOO NPF "Aehrofar"

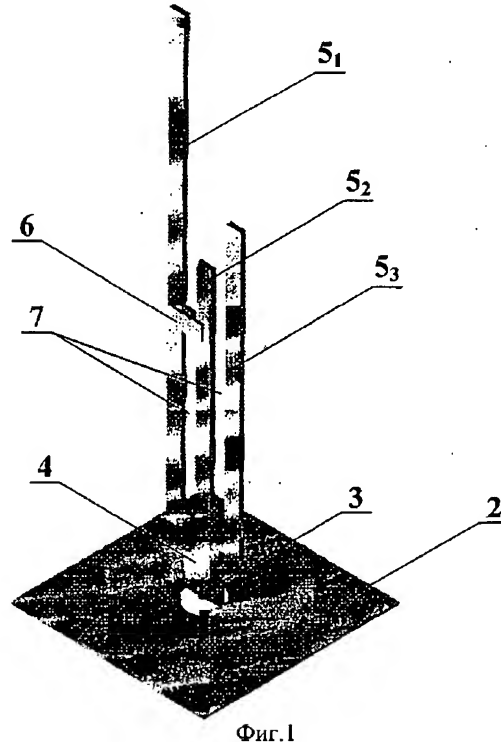
(71) Applicant:  
 OOO NPF "Aehrofar"  
 (72) Inventor: Mosejchuk G.F.,  
 Lomovskaja T.A., Alekseev O.S., Sinani A.I.  
 (73) Proprietor:  
 Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
 NPF "Aehrofar"

(54) **SUPERBROAD-BAND TRANSCEIVING ANTENNA**

(57) Abstract:

FIELD: antenna engineering, radars, communications, and other antenna systems disposed on flying vehicles. SUBSTANCE: proposed antenna whose passband is extended to three octaves functions to generate isotropic directivity pattern during vertical polarization in azimuthal plane and fan-type one in elevation plane and has three electromagnetic energy radiators made in the form of equal-section monopoles whose electrical length is  $3\lambda_l/4$ ,  $3\lambda_h/4$ ,  $3\lambda_{in}/4$ , respectively, where  $\lambda_l$ ,  $\lambda_h$ ,  $\lambda_{in}$  is wavelength of low, high, and intermediate radiation frequency, respectively, the longest and the shortest monopoles being interconnected by means of shorting device; distance between matching and shorting devices governs matching bandwidth of antenna. Axis-to-axis distances between monopole having electrical length  $3\lambda_h/4$  and monopoles whose electrical lengths are  $3\lambda_l/4$ ,  $3\lambda_{in}/4$  are chosen to equal sectional perimeter of one monopole, sectional perimeter of shorting device being also equal to that of monopole. Three monopoles may be disposed along straight line so that central one has electrical length  $3\lambda_h/4$ , and lateral ones,  $3\lambda_l/4$  and  $3\lambda_{in}/4$ , respectively. Moreover three monopoles may be disposed at angles of isosceles triangle whose vertex angle is larger than or equal to  $\pi/3$ , monopole of electrical length  $3\lambda_h/4$  being disposed in isosceles triangle vortex

and radiators of electrical length  $3\lambda_l/4$ ,  $3\lambda_{in}/4$ , in corners at triangle base. EFFECT: enlarged passband and reduced size of antenna. 7 cl, 9 dwg



Фиг. 1

RU 2 205 478 C2

RU 2 205 478 C2

относится к области радиотехники, в частности к антенной технике, и может быть использовано в радиолокации, связи и других антенных системах диапазонах волн, размещенных на летательном аппарате (ЛА).

Как для гражданских, так и для военных радиослужб, желательно, чтобы радиопередающие и приемные антенны обладали способностью работать на любой частоте в пределах относительно широкой полосы частот. Потребность в более эффективном использовании спектра радиочастот может быть удовлетворена путем частотного уплотнения с временным разделением сигналов, однако основной проблемой является расширение полосы частот антенны.

Существует проблема излучения и приема сверхширокополосных сигналов, спектр которых занимает полосу частот три октавы и более. Для излучения и приема широкополосных сигналов с минимальными искажениями антенна должна иметь полосу пропускания, сравнимую с полосой частот, занимаемой спектром сигнала.

Таким образом, для работы в диапазоне от относительно низких частот до достаточно высоких частот, необходимо, чтобы антенна должна или меняться для каждой узкой полосы частот, или вновь согласовываться и/или перестраиваться вручную или электронным путем так, чтобы иметь приемлемые рабочие характеристики. Обязательным условием наличия одной антенны в широкополосных антенных системах является соответствующее согласование на всех частотах нужного широкого диапазона частот, обеспечивающее направление максимума и форму диаграммы направленности (ДН), наличие и стабильное положение фазового центра, поляризационные характеристики, входной импеданс или степень согласования с фидером оставался неизменным или изменялся в допустимых пределах.

Известен вертикальный коаксиальный вибратор (см. М.В.Вершков, 1990, Судовые антенны, Ленинград, Судостроение, стр. 191), состоящее из двух металлических цилиндров, установленных соосно с диэлектрическим зазором между их примыкающими друг к другу торцами. Коаксиально во внутренней полости металлических цилиндров размещен металлический стержень. Верхние торцы металлических цилиндров электрически соединены с металлическим стержнем. Коаксиальный фидер подключен экранированной оболочкой к верхнему торцу нижнего металлического цилиндра, а центральным проводником к нижнему торцу верхнего металлического цилиндра, однако, путем подбора соотношений размеров элементов ее конструкции обеспечивает расширение рабочих частот.

Известно антенное устройство (см. Н.В.Гавеля, 1961, Антенны, ч. 2, Ленинград, ВКАЗ, стр. 22), содержащее четвертьволновый штырь, и противовес, подключенные соответственно к центру проводника и оплетке коаксиального фидера. Причем, отличительной особенностью несимметричного вибратора является наличие равномерного излучения в азимутальной плоскости в секторе 360

сравнительно низкий коэффициент усиления в направлении линии горизонта и значительное бесполезное рассеивание энергии в угломестной плоскости ограничивает его применение.

Все выше перечисленные технические решения обеспечивают работу антенн в узкой полосе частот.

Известна сверхширокополосная антенна с малым входным коэффициентом стоячих волн - КСВ (см. заявка FR N2650441, МПК H 01 Q 09/44, 1988), содержащая три штырьевых антенны с электрической длиной  $\lambda/4$  питаемого от общего фидера, причем они отклонены на угол 18 градусов относительно вертикали с симметричным разном в горизонтальной плоскости.

Недостатком известного технического решения является работа антенны с недостаточно широкой полосой согласования.

Известна вертикальная антенна-мачта длиной  $5\lambda/8$  (см. S. Ballantine //Proc. JRE, 1924, December, p.833 (GB), содержащая вертикальный проводник электрической длиной  $5\lambda/8$ , соединенный через катушку индуктивности с коаксиальной линией и четвертьволновым противовесом. Так как длина излучателя  $5\lambda/8$  - не резонансная, ее доводят до электрической длины  $3\lambda/4$  путем введения в полотно излучателя индуктивного элемента: катушку индуктивности L или отрезок замкнутой линии с элементом длиной  $\lambda/4$ .

Недостатком известного технического решения является узкополосность антенны и ее большие габариты.

Известна скрытая антенна ЛА для УКВ диапазона (см. Г.Б.Резников, 1967, Антенны ЛА, Москва, стр. 391), содержащая элемент возбуждения и согласования, которые выполнены в виде трех ленточных линий, имеющие переменное волновое сопротивление и общую длину  $3\lambda/4$ , причем каждая ленточная линия выполнена из двух рабочих участков.

Известна вертикальная широкополосная антенна (см. патент RU 2036540, МПК H 01 Q 09/18, 1991), содержащая вибратор, плечи которого выполнены из двух проводящих пластин саблевидной формы, подключенные острыми концами к питающему фидеру, при этом каждая пластина саблевидной формы свернута в одном и том же направлении в спираль вокруг общей вертикальной оси, а спирали повернуты одна относительно другой вокруг той же оси на 180 градусов и плоский металлический короб, в котором размещен питающий фидер, причем оба плеча расположены с одной стороны металлического короба и соединены с одним из проводов питающего фидера, второй провод которого заземлен, образуя несимметричный вибратор.

Известна широкополосная всенаправленная антенна (см. патент US N 4970524, НКИ 343-752, 13.11.90, United states of America, ARMY), состоящая из несимметричной вибраторной антенны, питаемая источником радиочастоты, и структура параллельных проводников, лежащих в одной плоскости и настроенных на разные частоты.

Основной недостаток перечисленных технических решений заключается в

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является антенна с несколькими рабочими частотами (см. патент GB N 2317994, МПК N 01 Q 05/00, 28.02.97, Incorporated in Canada-Queadae), содержащая два электрически проводящих элемента, отводящихся от заземленного экрана, работающие в двух рабочих диапазонах, причем между элементами антенны имеется связь, обеспечивающая зависимость фазовой скорости поверхностных волн от частоты. При изменении частоты изменяется эффективная длина антенны, так что антенна имеет резонанс на двух независимых частотах.

Недостатком этого технического решения является недостаточная широкая полоса согласования антенны.

Техническим результатом предлагаемого технического решения является создание широкополосной антенны, обладающей расширенной до трех октав полосой пропускания и уменьшенными габаритами, а также формирующей при вертикальной поляризации изотропную в азимутальной плоскости диаграмму направленности и в воронкообразную - в угломестной плоскости.

Указанный результат достигается тем, что сверхширокополосная приемопередающая антенна, расположенная над экраном, содержит коаксиальный вход, устройство согласования, и три излучателя электромагнитной энергии, которые выполнены в виде несимметричных вибраторов одинакового сечения с электрическими длинами  $3\lambda_{\text{н}}/4$ ,  $3\lambda_{\text{в}}/4$ ,  $3\lambda_{\text{ср}}/4$  соответственно, где  $\lambda_{\text{н}}$ ,  $\lambda_{\text{в}}$ ,  $\lambda_{\text{ср}}$  - длина волны низкой, высокой и средней частот излучения, причем самый длинный и самый короткий вибраторы соединены между собой короткозамыкателем, а расстояние от устройства согласования до короткозамыкателя определяет ширину полосы согласования антенны.

Межосевые расстояния между излучателем с электрической длиной  $3\lambda_{\text{в}}/4$  и излучателями с электрическими длинами  $3\lambda_{\text{н}}/4$ ,  $3\lambda_{\text{ср}}/4$  выбираются равным периметру сечения одного излучателя, а периметр сечения короткозамыкателя также равен периметру сечения излучателя.

Три излучателя антенны могут располагаться либо по прямой линии таким образом, что центральный излучатель имеет электрическую длину  $3\lambda_{\text{в}}/4$ , а боковые излучатели соответственно электрические длины  $3\lambda_{\text{н}}/4$  и  $3\lambda_{\text{ср}}/4$ , либо в вершинах равнобедренного треугольника, при этом угол при вершине треугольника больше или равен  $\pi/3$ . В этом случае излучатель с электрической длиной  $3\lambda_{\text{в}}/4$ , расположен в вершине равнобедренного треугольника, а излучатели электрической длины  $3\lambda_{\text{н}}/4$ ,  $3\lambda_{\text{ср}}/4$  расположены в вершинах при основании.

Сущность предлагаемого технического решения заключается в том, что обеспечивается требуемый уровень электрических параметров антенны, причем величина сопротивления устройства согласования и механизм его включения выбирается из условия обеспечения

питающим трактом (требуемый уровень КСВ антенны) в полосе рабочих частот до трех октав при практически отсутствующих потерях энергии в антенне. Кроме того, предлагаемое техническое решение позволяет создать антенну с изотропной диаграммой направленности в одной плоскости и воронкообразной диаграммой направленности в ортогональной плоскости с вертикальной поляризацией во всей полосе частот.

Сравнение предлагаемого решения с известными техническими решениями показывает, что оно обладает новой совокупностью существенных признаков, которые позволяют успешно реализовать поставленную цель.

Сущность предлагаемого технического решения будет понятна из следующего описания и приложенного к нему графического материала.

На фиг. 1 изображена упрощенная схема построения сверхширокополосной приемопередающей антенны, формирующей изотропную в азимутальной плоскости диаграмму направленности с вертикальной поляризацией и воронкообразную диаграмму направленности в угломестной плоскости с линейным расположением излучателей. На фиг. 2 представлен конструктивный вариант построения антенны с треугольным расположением излучателей. На фиг. 3 показана диаграмма согласования антенны в полосе частот  $f_{\text{н}}-f_{\text{в}}$ . На фиг. 4, 5 и 6 представлены диаграммы направленности антенны в азимутальной и угломестной плоскостях на частотах  $f_{\text{н}}$ ,  $f_{\text{ср}}$  и  $f_{\text{в}}$ .

На фиг. 1 сверхширокополосная приемопередающая антенна 1, расположена над экраном 2, содержит коаксиальный вход 3, устройство согласования 4, и излучатели электромагнитной энергии 5, причем три излучателя 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub> антенны выполнены в виде несимметричных вибраторов одинакового сечения с электрическими длинами  $3\lambda_{\text{н}}/4$ ,  $3\lambda_{\text{в}}/4$ ,  $3\lambda_{\text{ср}}/4$  соответственно, где  $\lambda_{\text{н}}$ ,  $\lambda_{\text{в}}$ ,  $\lambda_{\text{ср}}$  - длина волны низкой, высокой и средней частот излучения, причем самый длинный 5<sub>2</sub> и самый короткий 5<sub>1</sub> вибраторы соединены между собой короткозамыкателем 6 с тем же сечением, что и вибраторы 5, а расстояние от устройства согласования 4 до короткозамыкателя 6 определяет ширину полосы согласования антенны. Межосевые расстояния 7 между излучателем 5<sub>2</sub> электрической длиной  $3\lambda_{\text{в}}/4$  и излучателями 5<sub>1</sub>, 5<sub>3</sub> электрическими длинами  $3\lambda_{\text{н}}/4$ ,  $3\lambda_{\text{ср}}/4$  выбираются равным периметру сечения одного излучателя, причем периметр сечения короткозамыкателя 6 равен периметру сечения излучателя 5.

Три излучателя 5 антенны 1 расположены по прямой линии, причем центральный излучатель 5<sub>2</sub> имеет электрическую длину  $3\lambda_{\text{в}}/4$ , а боковые излучатели 5<sub>1</sub> и 5<sub>3</sub> соответственно  $3\lambda_{\text{н}}/4$  и  $3\lambda_{\text{ср}}/4$ .

На фиг. 2 три излучателя 5 антенны 1 расположены в вершинах углов равнобедренного треугольника, а угол при вершине больше или равен  $\pi/3$ , причем излучатель 5<sub>2</sub> электрической длиной  $3\lambda_{\text{в}}/4$ , расположен в вершине равнобедренного треугольника, а излучатели 5<sub>1</sub>,

расположены в вершинах при основании. Сверхширокополосная приемопередающая антенна работает следующим образом.

Антенна 1 содержит излучающую систему с тремя излучающими элементами  $5_1$ ,  $5_2$ ,  $5_3$ , что обеспечивает возможность использовать антенну 1 в трех частотных диапазонах с минимальной связью между ними, причем в точке подачи питания антенны 1 происходит согласование импедансов. Согласующее устройство 4 обеспечивает характеристики согласования импедансов, расширяет рабочий диапазон антенны.

Указанное соотношение размеров излучающих элементов 5 и наличие согласующего устройства 4, а также короткозамыкателя 6 при подаче на вход антенны СВЧ-сигнала обеспечивает возбуждение излучающих элементов 5 таким образом, чтобы сформировать в азимутальной плоскости изотропную диаграмму направленности с вертикальной поляризацией, а в угломестной плоскости - диаграмму направленности требуемой формы. При изменении частоты входного СВЧ сигнала пропорционально изменяется действующий размер антенны, а правильный выбор места и установки короткозамыкателя 6 обеспечивает широкополосную компенсацию комплексного сопротивления излучателя до величины, равной волновому сопротивлению питающего фидера. При этом короткозамыкатель 6 выполняет функцию не только широкополосного согласующего устройства 4, но и функции симметризирующего устройства.

Как видно на фиг.3 значение КСВН антенны с указанными размерами излучателей, независимо от способа их расположения над экраном, не превышает 1.5 в полосе частот  $f_H$ - $f_B$ .

Представленные на фиг.4, 5 и 6 диаграммы направленности указывают на повторяемость их формы на частотах  $f_H$ ,  $f_{cp}$  и  $f_B$ . При этом отклонения формы ДН от теоретических значений не превышают 1 дБ.

Предлагаемое техническое решение обеспечивает создание широкополосной антенны, содержащей излучающую систему с тремя излучателями, расположенными либо по прямой линии, либо в вершинах равнобедренного треугольника, обладающей расширенной полосой пропускания и формирующей изотропную диаграмму направленности в плоскости излучателей и

в ортогональной плоскости, а также обеспечивающей снижение материалоемкости и малые массогабаритные параметры.

## Формула изобретения:

1. Сверхширокополосная

приемопередающая антенна, расположенная над экраном, содержащая коаксиальный вход, устройство согласования и излучатели электромагнитной энергии, отличающаяся тем, что три излучателя электромагнитной энергии выполнены в виде несимметричных вибраторов одинакового сечения с электрическими длинами  $3\lambda_H/4$ ,  $3\lambda_B/4$ ,  $3\lambda_{cp}/4$  соответственно, где  $\lambda_H$ ,  $\lambda_B$ ,  $\lambda_{cp}$  - длина волны низкой, высокой и средней частот излучения, причем самый длинный и самый короткий вибраторы соединены между собой короткозамыкателем с тем же сечением, что и вибраторы, при этом полоса согласования антенны определяется расстоянием от устройства согласования до короткозамыкателя, причем вибраторы формируют воронкообразную диаграмму направленности в плоскости вибраторов, а в ортогональной плоскости - ненаправленную диаграмму направленности.

2. Антенна по п. 1, отличающаяся тем, что межосевые расстояния между вибратором электрической длиной  $3\lambda_B/4$  и вибраторами электрическими длинами  $3\lambda_H/4$ ,  $3\lambda_{cp}/4$  выбираются равными периметру сечения одного вибратора.

3. Антенна по п. 1, отличающаяся тем, что периметр сечения короткозамыкателя равен периметру сечения вибратора.

4. Антенна по п. 1, отличающаяся тем, что ее три вибратора расположены по прямой линии.

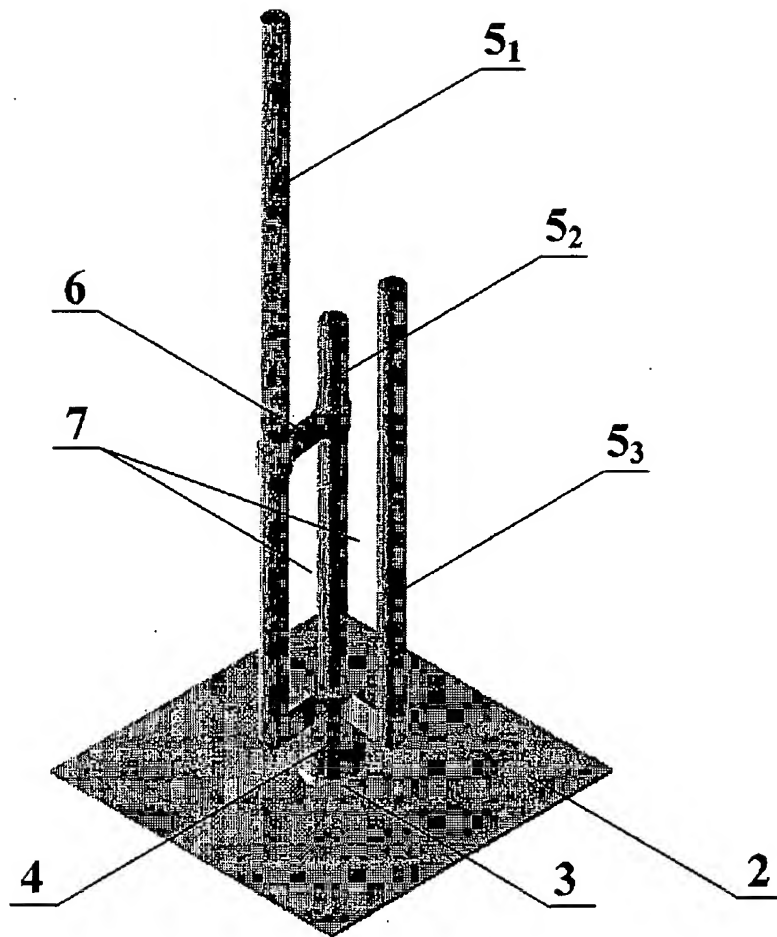
5. Антенна по п. 4, отличающаяся тем, что центральный вибратор имеет электрическую длину  $3\lambda_B/4$ , а боковые вибраторы соответственно электрические длины  $3\lambda_H/4$  и  $3\lambda_{cp}/4$ .

6. Антенна по п. 1, отличающаяся тем, что три вибратора расположены в углах равнобедренного треугольника, причем угол при вершине больше или равен  $\pi/3$ .

7. Антенна по п. 6, отличающаяся тем, что вибратор электрической длиной  $3\lambda_B/4$ , расположен в вершине равнобедренного треугольника, а вибраторы электрической длиной  $3\lambda_H/4$  и  $3\lambda_{cp}/4$  расположены в углах при основании.

55

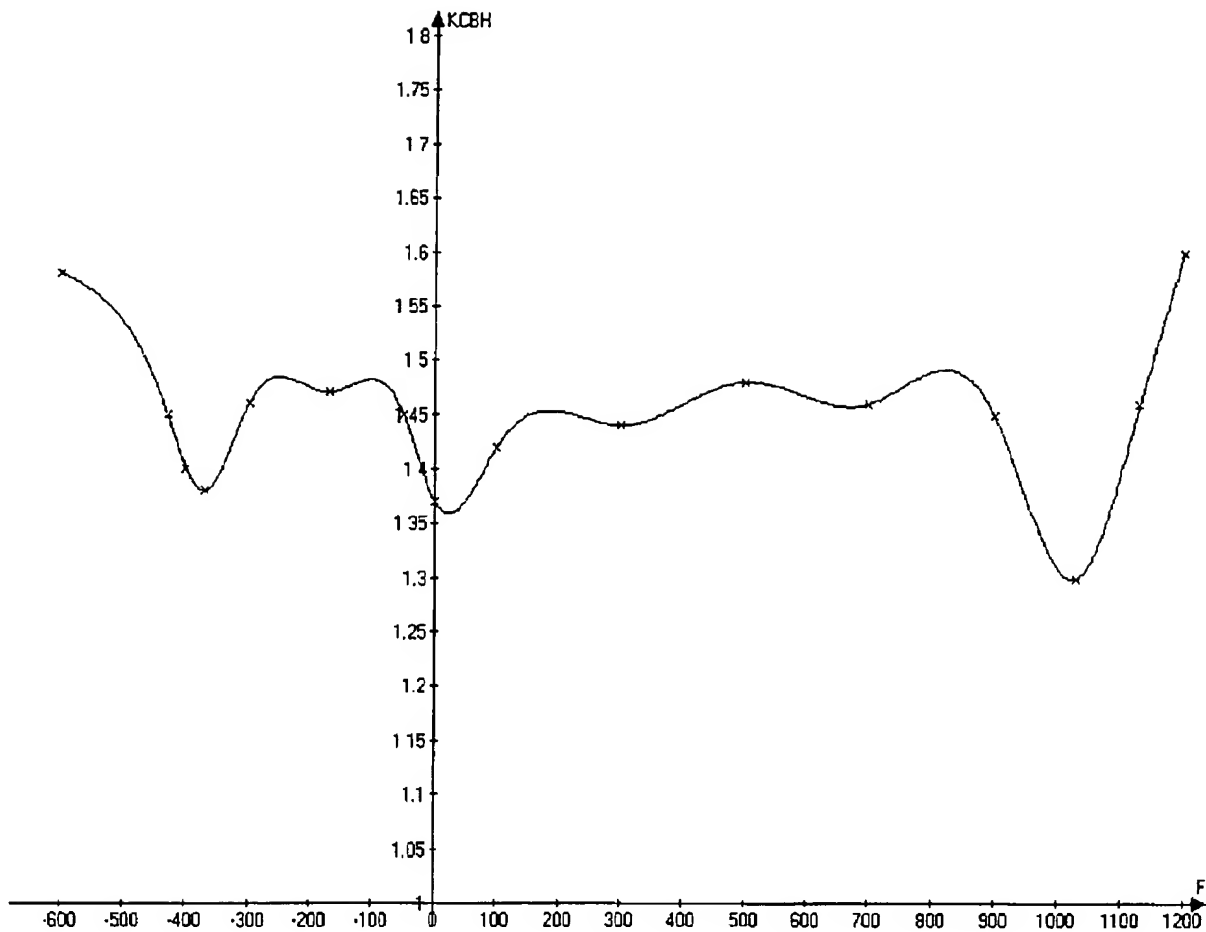
60



Фиг.2

RU 2205478 C2

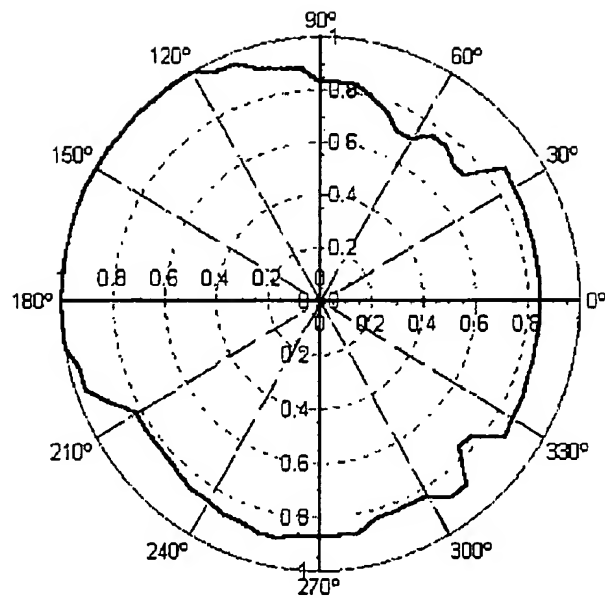
RU 2205478 C2



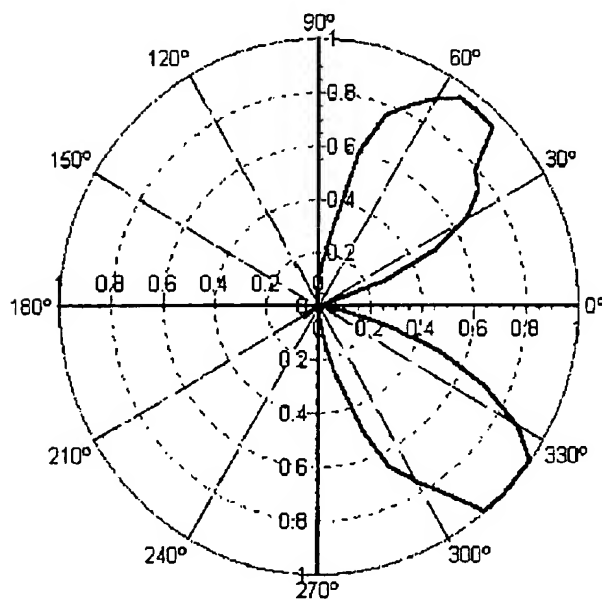
Фиг.3

RU 2205478 C2

RU 2205478 C2



азимут



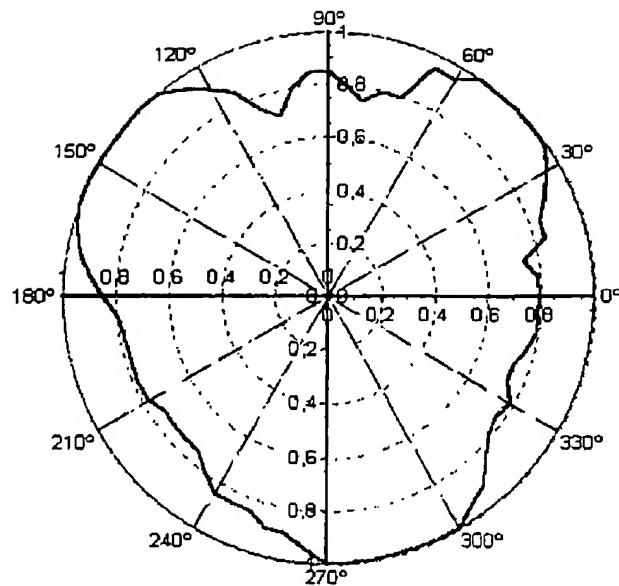
угол места

Фиг. 4

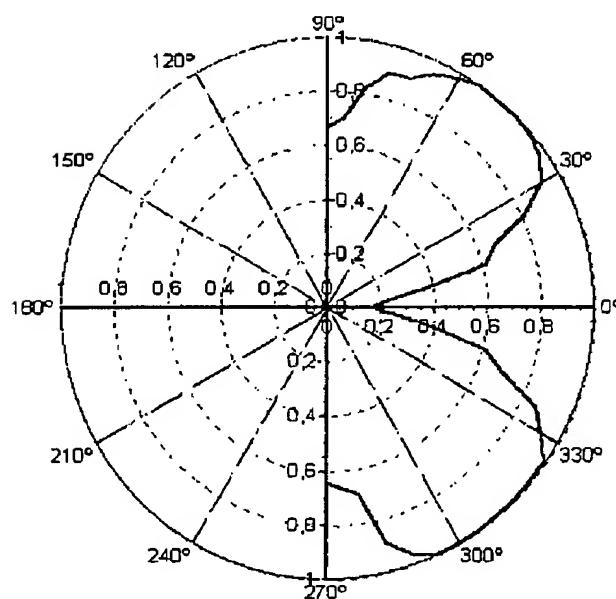
RU 2205478 C2

RU 2205478 C2





азимут

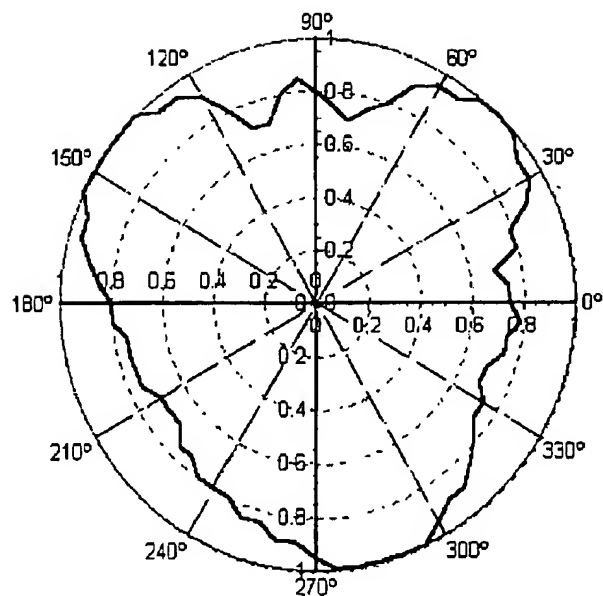


угол места

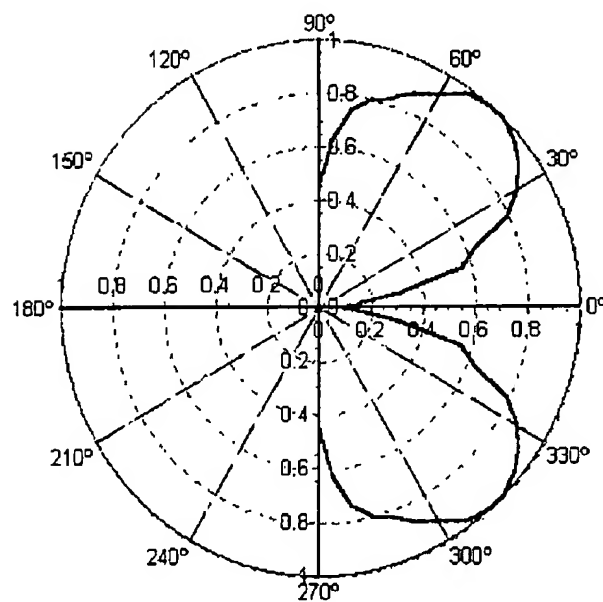
Фиг. 5

RU 2205478 C2

RU 2205478 C2



азимут



угол места

Фиг. 6

RU 2205478 C2

RU 2205478 C2